

PENERAPAN METODE AHP DALAM PROSES PEMILIHAN ALAT ANGKUT BERAT PADA KONSTRUKSI TEROWONGAN LAYANG BAWAH LAUT

THE APPLICATION OF AHP METHOD IN THE SELECTION PROCESS OF HEAVY DUTY TRANSPORTER FOR SUBMERGED FLOATING TUNNEL

Dwi Agus Purnomo

Pusat Teknologi Industri dan Sistem Transportasi
Deputi Teknologi Industri Rancang Bangun dan Rekayasa - BPPT
Gedung Teknologi 2 BPPT Lantai 3, Kawasan PUSPIPTEK, Tangerang Selatan
Telp: 021-75875938; Fax. 021-75875946
e-mail:guspur_btc@yahoo.com

Abstrak

Metode *Analytic Hierarchy Process (AHP)* dikembangkan oleh Thomas L. Saaty pada tahun 1970an. Metode ini adalah merupakan sistem pembuat keputusan dengan menggunakan model matematis. Pemanfaatan dari metode AHP ini akan dapat membantu dalam menentukan prioritas dari beberapa kriteria dengan melakukan analisa perbandingan berpasangan dari masing-masing kriteria. Dalam sistem pengelolaan kinerja yang dimaksud dengan kriteria tersebut, yang selanjutnya disebut Kinerja Pengelolaan Indikator (KPI). Penerapan metode *AHP* dalam proses pemilihan alat angkut berat diaplikasikan pada proyek pembangunan terowongan layang bawah laut di Kepulauan Seribu dengan mengidentifikasi atribut kriteria dan alternatif untuk, menentukan besar prioritas atribut dan alternative. Proses analisis melalui pendekatan AHP dengan atribut kriteria- Level 1 dan alternatif-Level 2 terhadap tujuan-Level 0; maka dipilih jenis alat angkut berat sebagai alternatif dengan unsur kriteria tertentu.

Kata kunci : AHP, Konstruksi Terowongan Layang Bawah Laut

Abstract

Analytic Hierarchy Process herein after referred as *AHP* is a method that has developed by Thomas L. Saaty in year 1970. This method is likely a decision making system within using mathematic model. Utilization of *AHP* method that can help people to decide several criteria priority by pare analysis of each criteria. In managing system of performance mentioned with these criteria that can referred as *Indicator Management Performance*. Application of *AHP* method in processing of heavy equipment selection will be applied in submerged floating tunnel construction project at Kepulauan Seribu by identify criteria attribute and alternative to decide priority vector of these attribute and alternative. Analyzing process thorough *AHP* nearby within attribute criteria-Level1 and alternative criteria-Level2 face to objective criteria-Level 0, therefore it can be selected the heavy equipment as the alternative with the element criteria.

Key words : *AHP, Submerged Floating Tunnel Construction.*

Diterima (received) : 19 Juni 2013, Direvisi (reviewed) : 22 Juni 2013,
Disetujui (accepted) : 12 Juli 2013

PENDAHULUAN

Peran AHP dalam proses pemilihan alat angkut berat

Pada aplikasi pemilihan peralatan konstruksi terowongan layang bawah laut (*Submerged Floating Tunnel-SFT*), maka metode AHP dari L. Saaty³) dalam bukunya "The Analytic Hierarchy Process" dapat dimanfaatkan dan berperan untuk membantu menganalisa pemilihan alat angkut berat pada pemasangan badan SFT yang berbentuk pipa U.

Rencana pembangunan konstruksi SFT yang berada diantara Pulau Karya dan Pulau Panggang Kepulauan Seribu seperti pada Gambar 1, akan mengalami pasang surut dan angin kencang, adalah menjadi pertimbangan penting mengapa diperlukan pemilihan alat angkut berat tertentu dalam metode pelaksanaan pemasangan badan SFT yang memadai. Selain itu, keterbatasan waktu dan biaya juga merupakan faktor penyebab pekerjaan pemasangan badan terowongan layang bawah laut juga merupakan faktor penyebab pekerjaan pemasangan tersebut menjadi hal yang sangat penting dalam kegiatan Manajemen Konstruksi seperti yang diutarakan⁵⁾.

Penggunaan metode AHP dalam sistem pengelolaan kinerja

Kaidah pembobotan dinyatakan sebagai berikut :

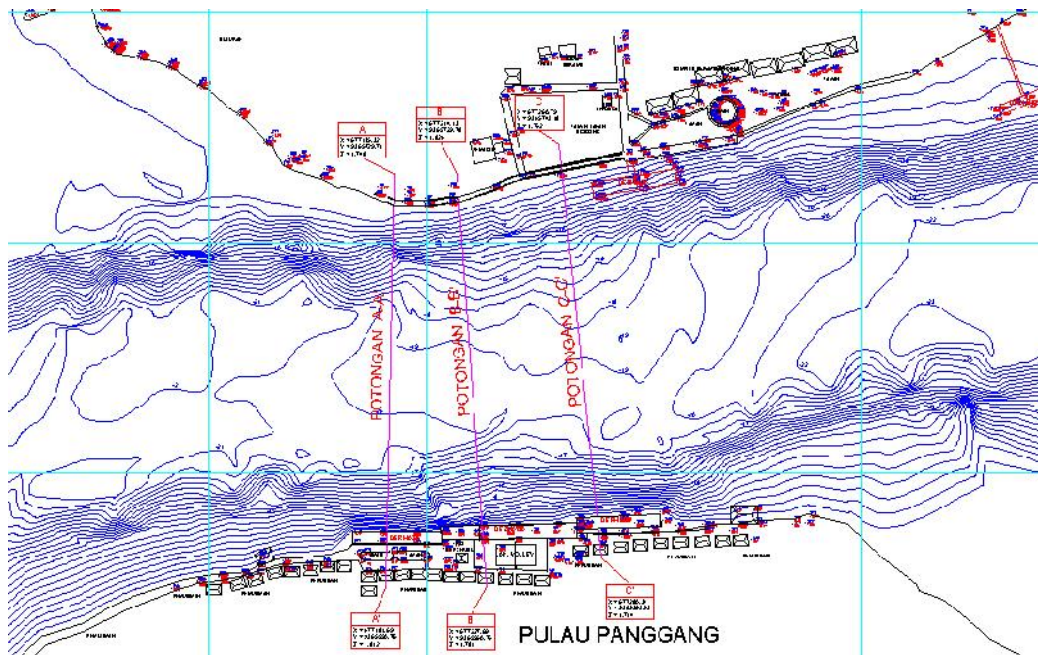
1. Nilai bobot KPI berkisar antara 0 – 1 atau antara 0% – 100% jika kita menggunakan prosentase.
2. Jumlah total bobot semua KPI harus bernilai 1 (100%)
3. Tidak ada bobot yang bernilai negatif (-).

BAHAN DAN METODE

1. Menentukan nilai prioritas KPI

Biasanya orang lebih mudah mengatakan bahwa KPI A lebih penting dari pada KPI B, KPI B kurang penting dibanding dengan KPI C dsb, namun mengalami kesulitan menyebutkan seberapa penting KPI A dibandingkan KPI B atau seberapa kurang pentingnya KPI B dibandingkan dengan KPI C.

Untuk itu kita perlu membuat tabel konversi dari pernyataan prioritas ke dalam angka-angka. Contoh tabel skala nilai prioritas KPI seperti pada Tabel 1.



Gambar 1.
Layout Rencana Lokasi Penyeberangan

Tabel 1
Nilai KPI

Nilai	Tingkat prioritas
1	KPI A sama penting dibanding dengan KPI B
3	KPI A sedikit lebih penting dibanding dengan KPI B
5	KPI A lebih penting dibanding dengan KPI B
7	KPI A sangat penting dibanding dengan KPI B
9	KPI A jauh sangat penting dibanding dengan KPI B

2,4,6,8 *) nilai tengah-tengah

*) *Pengertian nilai tengah-tengah adalah Jika KPI A sedikit lebih penting dari KPI B maka kita seharusnya memberikan nilai 3, namun jika nilai 3 tersebut dianggap masih terlalu besar dan nilai 1 masih terlalu kecil maka nilai 2 yang harus kita berikan untuk prioritas antara KPI A dengan KPI B.*

*) *Tabel 1 tidak disebutkan konversi nilai KPI A kurang penting dari KPI B karena pernyataan KPI A kurang penting dari KPI B sama dengan pernyataan nilai KPI B lebih penting dari KPI A*

2. Pembuat Tabel Perbandingan Prioritas Setiap KPI

Proses dalam tahap ini adalah membuat table perbandingan prioritas setiap KPI dengan membandingkan masing-masing KPI. Sebagai contoh: Jika kita mempunyai 4 KPI, maka kita membuat matrik perbandingan ke-4 KPI tersebut. Misalkan dari proses membandingkan antar KPI diperoleh nilai prioritas KPI seperti pada Tabel 2.

Tabel 2

Nilai perbandingan KPI dengan prioritas¹⁾

	KPI A	KPI B	KPI C	KPI D
KPI A	1	1/2	1/5	1/3
KPI B	2	1	1/3	1
KPI C	5	3	1	1/2
KPI D	3	1	2	1

Cara mengisinya adalah dengan menganalisa prioritas antara KPI baris dibandingkan dengan KPI kolom. Dalam prakteknya kita hanya perlu menganalisa prioritas KPI yang terdapat dibawah pada garis diagonal (kotak dengan warna dasar putih) yang ditunjukkan dengan warna kuning atau diatas garis diagonal yang ditunjukkan dengan kotak warna hijau. Hal ini sesuai dengan persamaan matematika yang menyebutkan jika $A:B = X$, maka $B:A = 1/X$.

Contoh: jika prioritas KPI B (baris) : KPI A (kolom) = 2, maka prioritas KPI A (baris) : KPI B (kolom) = $1/2$ (lihat rumus persamaan perbandingan matematika diatas). Sehingga prioritas setiap KPI antara KPI A : KPI A = 1, KPI C : KPI A = 5, KPI C : KPI B = 3, KPI D : KPI A = 3, KPI D : KPI B = 1, KPI D : KPI C = 2.

3. Menentukan Bobot Pada Setiap Elemen KPI.

Proses dalam tahap ini adalah menentukan bobot pada tiap KPI, nilai bobot ini berkisar antara 0 – 1. dan total bobot untuk setiap kolom adalah 1. Cara menghitung bobot adalah angka pada setiap kotak dibagi dengan penjumlahan semua angka dalam kolom yang sama. Contoh bobot dari (KPI A, KPI A) = $1 / (1+2+5+3) = 0.091$, (KPI B, KPI A) = $2 / (1+2+5+3) = 0.181$. Dengan perhitungan yang sama bobot prioritas Tabel 2 tersebut menjadi seperti pada Tabel 3:

Tabel 3
Bobot setiap elemen KPI¹⁾

	KPI A	KPI B	KPI C	KPI D
KPI A	0.091	0.091	0.057	0.118
KPI B	0.182	0.182	0.094	0.353
KPI C	0.455	0.545	0.283	0.176
KPI D	0.273	0.182	0.566	0.353

Selanjutnya adalah mencari nilai bobot untuk masing-masing KPI. Caranya adalah dengan melakukan penjumlahan setiap nilai bobot prioritas pada setiap baris tabel dibagi dengan jumlah KPI. Sehingga diperoleh bobot masing-masing KPI adalah:

a. $KPI A = (0.091 + 0.091 + 0.057 + 0.118) / 4 = 0.089$ (8.9%)

b. $KPI B = (0.182 + 0.182 + 0.094 + 0.353) / 4 = 0.203$ (20.3%), dengan perhitungan yang sama KPI C, KPI D

c. $KPI C = 0.365$ (36.5%)

d. $KPI D = 0.343$ (34.3%)

Sehingga jumlah total bobot semua KPI = 1 (100%) sesuai dengan kaidah pembobotan dimana jumlah total bobot harus bernilai 100. Perhitungan secara manual akan lebih mudah jika jumlah KPI yang dimiliki hanya sedikit, jika jumlah KPI sudah lebih dari 10 maka perhitungan bobot menggunakan software akan jauh lebih mudah. Ada beberapa software yang bisa dipakai antara lain *Expert Choice, Decision Lens, TESS, Web-HIPPRE*.³⁾

Proses yang paling menentukan dalam menentukan bobot KPI dengan

menggunakan AHP adalah menentukan besarnya prioritas antar KPI. Karena itu seringkali terjadi pembahasan yang alot antar anggota tim implementasi sistem pengelolaan kinerja mengenai masalah tersebut. Hal ini dikarenakan tiap-tiap anggota tim memiliki persepsi tersendiri mengenai prioritas masing-masing KPI.

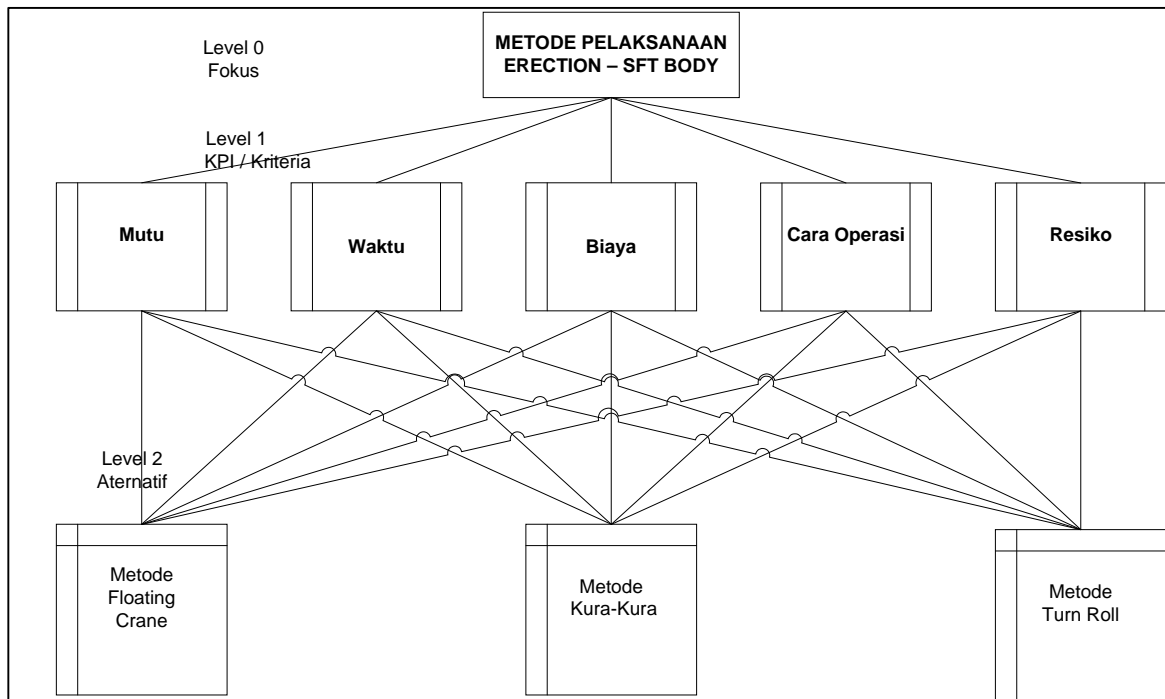
HASIL DAN PEMBAHASAN Umum

Khusus untuk aplikasi dalam pemilihan peralatan konstruksi SFT, metode AHP dimanfaatkan untuk membantu menganalisa pemilihan peralatan untuk pemasangan (erection) badan SFT yang berbentuk Pipa U. Pembangunan konstruksi SFT yang berada diantara Pulau Karya dan Pulau Panggang Kepulauan Seribu (Gambar 1), akan mengalami pasang surut dan angin kencang, adalah menjadi pertimbangan penting mengapa diperlukan pemilihan metode pelaksanaan pemasangan badan SFT yang

memadai. Selain itu, keterbatasan waktu dan biaya juga merupakan faktor penyebab pekerjaan erection badan SFT juga merupakan faktor penyebab pekerjaan erection tersebut menjadi hal yang sangat penting.

Dari permasalahan tersebut, maka perlu dikaji metode apa yang cocok pada pekerjaan pemasangan) badan terowongan layang bawah laut, dengan menggunakan Analisis Hierarki Proses (AHP) berdasarkan kelompok KPI mutu, waktu, biaya, cara operasi dan resiko, dengan 3 alternatif metode pelaksanaan yaitu metode *Floating Cranes*, metode *Turn Roll* dan *rail - scradel system* yang dimodifikasi dengan roda besi, metode Kura-Kura yang dikombinsasi dengan *winch roller*.

Berdasarkan kajian kriteria dan metode pelaksanaan tersebut, maka dapat digambarkan proses hirarkhi (*hierarchy process*) dalam menetapkan bobot prioritas (*priority vector*) yang dibagi dalam Level 0 : Fokus, Level 1 : KPI/Kriteria, dan Level 2 : Alternatif, seperti pada Gambar 2²⁾



Gambar 2.²⁾
 Bagan Bobot Prioritas Setiap Elemen Hierarkhi

Alternatif metode konstruksi (bobot prioritas Leve 2) dan KPI Pendukung (bobot priotitas Level 1)

Bobot Prioritas pada elemen Level 2 yang disebut alternatif metode konstruksi, dalam pembangunan terowongan layang bawah laut (SFT) khususnya untuk pemasangan badan SFT dipilih 3 alternatif metode konstruksi menurut Wilopo²⁾ dijabarkan untuk masing-masing alternatif metode konstruksi tersebut adalah sebagai :

a. Metode Floating Crane

Pada metode ini digunakan 2 unit *floating cranes* berkapasitas 100 Ton untuk meletakkan badan SFT pada abutment, *Floating crane* tersebut ditempatkan diatas ponton. Untuk menjaga kestabilan, maka *floating crane* dikaramkan dengan cara diisi air pada bagian ponton *floating crane* (air balas). Mobilisasi badan SFT dilaut menggunakan ponton ditarik dengan *tug boat* yang dikapalkan dari tempat fabrikasi, dan setelah sampai dilokasi penempatan SFT. Badan SFT yang diangkut dalam bentuk segmen-segmen disambung terlebih dahulu diatas ponton tersebut atau dengan ponton lain sehingga siap untuk dipasang (*erected*). Untuk memindahkan badan SFT dari ponton angkut sampai *floating crane*, menggunakan 2 unit *crane* kapasitas 100 Ton (berat body SFT 150 Ton).

b. Metode Kura-Kura

Metode ini hampir sama dengan metode *floating crane*, yang berbeda hanya pada saat alat berat yang digunakan untuk melaksanakan pemasangan badan SFT. Metode ini digunakan 2 unit *crawler crane* berkapasitas 100 Ton untuk meletakkan badan SFT pada abutment. *Crawler crane* ditempatkan di atas ponton. Untuk menjaga kestabilan *crawler crane* maka ponton dikaramkan dengan cara diisi air pada bagian badan poton. Mobilisasi badan SFT dilaut menggunakan ponton angkut yang dikapalkan dari tempat fabrikasi dalam bentuk segmen-segmen dan setelah sampai di lokasi penempatan, segmen-segmen badan SFT disambung didaratan yang kemudian diangkut dengan *roller bogie* yang ditarik dengan *winch* secara manual menuju *bearing pad*. Untuk menentukan kestabilan *crawler* maka dibantu dengan ponton sebagai dukannya. Untuk memindahkan badan SFT dari *roller bogie* ke *bearing pad*, digunakan 2 unit *crane* berkapasitas masing-masing 100 Ton yang mengangkat material secara bersamaan.

c. Metode Turn Roll

Metode ini menggunakan semacam *bogie* beroda besi dengan rel yang diletakan di darat yang di dukung dengan *crawler crane* kapaitas 100 Ton pada kedua ujung abutment. Mobilisasi badan SFT didarat menggunakan *Turn Roll* (*scradel* beroda besi) dan mobilisasi dilaut menggunakan peluncur rel dimana badan SFT dapat diapungkan dengan ditutup pada kedua ujung badan SFT. Untuk memindahkan badan SFT yang terapung, digunakan 2 unit *crawler crane* kapasitas masing-masing 100 ton yang mengangkat material secara bersamaan.

Analisa dari elemen Level 2: Alternatif terhadap elemen Level 1: KPI

Menurut Dipohusodo¹⁾ dan Ervanto⁵⁾, dalam kegiatan manajemen proyek dan konstruksi secara umum akan terfokus pada hal "biaya-mutu-waktu". Dengan demikian, maka dalam pengelolaan KPI akan mencakup hal tersebut dan durasi pemasangan badan SFT berdasarkan metode konstruksi dapat ditunjukkan pada Tabel 4.

Analisa diagram dimulai dari analisis permasalahan pada elemen Level 2 : Alternatif yang dipilih untuk dapat dilakukan pembobotan pada elemen Level 1 : KPI/Kriteria yang dilanjutkan untuk dapat menentukan Prioritas Vector (bobot prioritas) pada elemen Level 2: Alternatif (Floating Crane, Kura-Kura, Turn Roll) dan elemen Level 1: KPI, dimana masing-masing KPI akan mempunyai elemen dengan rincian sebagai berikut :

1. KPI **Mutu**, mempunyai elemen :
 - 1) Faktor penurunan mutu Badan SFT
 - 2) Kepresisian Penempatan Badan SFT pada *Bearing Pad* (dudukan).
2. KPI **Waktu**, mempunyai elemen :
 - 1) Cycle time/body SFT
 - 2) Produktifitas (body SFT//jam)
 - 3) Durasi / body SFT
 - 4) Durasi / bentang
3. KPI **Biaya**, mempunyai elemen :
 - 1) Biaya pemilikan
 - 2) Biaya bahan bakar
 - 3) Biaya pelumas
 - 4) Biaya pemeliharaan alat
 - 5) Biaya operator.
4. KPI **Cara Operasi**, mempunyai elemen :
 - 1) Mobiliasi ke proyek
 - 2) Tumpuan
 - 3) Pengaruh kondisi permukaan

- 4) Cara men-stabil-kan alat
- 5) Pergerakan alat untuk Erection.
5. KPI Resiko, mempunyai elemen :
 - 1) Pemandangan segmen *SFT* dari stock area ke atas bogie truck
 - 2) Mobilisasi material *SFT* menuju pelabuhan
 - 3) Material *SFT* dipindahkan ke atas ponton
 - 4) Ponton ditarik menggunakan Tug Boat
 - 5) Body *SFT* dirakit di daratan dan dipindahkan ke atas Abutment
 - 6) Meletakkan As Body *SFT* sesuai dengan as *Bearing Pad*.
6. Prioritas Vector pada Level2 : Alternatif, mempunya elemen :
 - 1) Metode *Floating Crane*
 - 2) Metode Kura-Kura
 - 3) Metode *Turn Roll*.

Dari analisa elemen Level 2: Alternatif diperoleh nilai perbandingan antar elemen dalam Level 2: KPI yang dapat ditunjukkan dalam contoh elemen KPI: Waktu seperti pada Tabel 4.

Dari hasil analisa KPI: Waktu pada level 1 terhadap masing-masing Alternatif pada level 2 dengan memasukan bobot kriteria, maka diperoleh Nilai Normal seperti pada Gambar 3.

Kemudian, dari hasil analisa gradient dan nilai baru terkonversi, selanjutnya dapat diperoleh Nilai Normal Baru masing-masing alternatif dengan menjumlahkan nilai baru terkonversi dibagi jumlah seluruh nilai terkoversi, seperti pada Gambar 4.

Dari hasil analisa nilai normal pada Gambar 3. Selanjutnya dapat dianalisis Nilai Baru Terkonversi berdasarkan "kisaran data" dari nilai lama (*old lower bond*) dan *oub* (*old upper bond*), dengan memasukan nilai *nlb* (*new lower bond*) = 0 dan *nub* (*new upper bond*) = 1, diperoleh:

- $gradient = (nub-nlb)/(oub-olb) + nlb$
- nilai baru terkonversi = $gradient*(bobot\ kriteria-olb)$.

Tabel 4.
Perbandingan Durasi Pemasangan Badan *SFT* dari Elemen KPI: Waktu

No	Metode	Cycle Time/body <i>SFT</i> (menit)	Produk tiftas Q (body <i>SFT</i> /jam)	Durasi/body <i>SFT</i> (jam)	Durasi/bentang (hari)
1	Floating Crane	270	0,17	5.88	0.98
2	Kura-Kura	375	0.12	8.33	1.39
3	Turn Roll	240	0,19	5.26	0.87

Table 2d: Evaluasi Berdasarkan KPI : Waktu

Criteria / Alternatives	Floating Crane	Kura-Kura	Turn Roll	Range
Cycle time/body <i>SFT</i>	270	375	240	1-500
Produktivitas body <i>SFT</i> /jam	0.17	0.12	0.19	0-1
Durasi/body <i>SFT</i>	5.88	8.33	5.26	1-10
Durasi/bentang	0.98	1.39	0.87	0-2
Sum:	217.03	384.84	246.32	908.19 = total sum
Normalized Score	30.5%	42.4%	27.1%	100%

Gambar 3.
Hasil Analisis Nilai Normal dari KPI: Waktu.

Original Scores (KPI : waktu)

Criteria / Alternatives	Floating Crane	Kura-Kura	Turn Roll	olb	oub	gradient
Cycle time / body <i>SFT</i>	270	375	240	1	500	0.00
Produktivitas body <i>SFT</i> /jam	0.17	0.12	0.19	0	1	1.00
Durasi/body <i>SFT</i>	5.88	8.33	5.26	1	10	0.11
Durasi/bentang	0.98	1.39	0.87	0	2	0.60
new lower bound				0		
new upper bound				-		

Table 4d: Converted New Scores based on Range (KPI: waktu)

Criteria / Alternatives	Floating Crane	Kura-Kura	Turn Roll
Cycle time / body <i>SFT</i>	0.539078156	0.740428028	0.476957916
Produktivitas body <i>SFT</i> /jam	0.17	0.12	0.19
Durasi / body <i>SFT</i>	0.542122222	0.814444444	0.473333333
Durasi / bentang	0.49	0.635	0.435
Sum:	1.741	2.379	1.577
Normalized Score	30.6%	41.8%	27.7%

Gambar 4.
Nilai Normal Baru Terkonversi Untuk KPI:Waktu

Selanjutnya dilakukan analisis terhadap pembobotan tingkat kepentingan dari KPI : Waktu, sehingga akan diperoleh prosentase bobot kepentingan dari masing-masing elemen KPI seperti pada Gambar 5

	Kriteria Waktu 1	Kriteria Waktu 2	Kriteria Waktu 3	Kriteria Waktu 4	Sum
Importance Level	9	7	5	3	24
Importance Weight	37.5%	29.2%	20.8%	12.5%	100%

Note:

- Kriteria Waktu 1 Cycle time / body SFT
- Kriteria Waktu 2 Produktifitas body SFT/jam
- Kriteria Waktu 3 Durasi / body SFT
- Kriteria Waktu 4 Durasi / barang

Gambar 5. Prosentase Bobot Kepentingan untuk KPI : Waktu

Dari hasil Nilai Terkonversi pada Gambar 4 dan Prosentase Bobot Kepentingan pada Gambar 5, selanjutnya dilakukan analisis terhadap Nilai Bobot baru dari masing-masing kriteria KPI dan Nilai Normalnya dengan cara mengalikan. Dengan demikian akan didapat nilai seperti pada Gambar 6.

Criteria / Alternatives	Weight	Floating Crane	Kura-Kura	Tram Roll	
Kriteria Waktu 1	37.5%	0.202	0.281	0.180	
Kriteria Waktu 2	29.2%	0.050	0.035	0.055	
Kriteria Waktu 3	20.8%	0.113	0.170	0.099	
Kriteria Waktu 4	12.5%	0.061	0.087	0.054	
Sum	100.0%	0.426	0.573	0.388	1.387 = total sum
Normalized Score		30.7%	41.3%	28.0%	100%

Note:

- Kriteria Waktu 1 Cycle time / body SFT
- Kriteria Waktu 2 Produktifitas body SFT/jam
- Kriteria Waktu 3 Durasi / body SFT
- Kriteria Waktu 4 Durasi / barang

Gambar 6. Nilai Bobot Terkonversi dan Nilai Normal untuk KPI : Waktu

Analisis terhadap Perhitungan AHP- "Matrix 3x3".

Cara mengisinya adalah dengan menganalisa prioritas antara KPI baris

dibandingkan dengan KPI kolom dari hasil analisis pada Gambar 4. Dalam prakteknya, hal ini hanya perlu menganalisa prioritas KPI yang terdapat di bawah pada garis diagonal (kotak dengan warna dasar putih) yang ditunjukkan dengan warna kuning atau di atas garis diagonal yang ditunjukkan dengan kotak warna hijau. Hal ini sesuai dengan persamaan matematika yang menyebutkan

$$\text{jika } A:B= X, \text{ maka } B : A = 1/X.$$

Dari hasil analisis "Matrix 3x3" dengan data dari Nilai Bobot Terkonversi pada Gambar 4, selanjutnya dapat dianalisis Matrix Normal dan Vektor Prioritas (*Priority Vector*), dimana nilai valid dari *Priority Vector* tersebut diperoleh apabila diperoleh nilai *CR* (*Consistency Ratio*) < 1% dari hasil analisis. Adapun formula yang dipakai adalah sebagai berikut :

$$CR = CI / RI \tag{1}$$

dimana;

$$\max = (\text{Reciprocal Matrix Alt.KPI} * \text{Matrix Normal Alt.KPI}) \tag{2}$$

$$CI = (\lambda - n) / (n - 1) \tag{3}$$

n = ukuran matrix simetris, misal Matrik ukuran 3x3 maka n = 3.

RI = *Random Consistency Index*, sesuai Tabel 8 berikut:

Tabel 8
Random Consistency Index (R1)

n	R1
1	0.00
2	0.00
3	0.58
4	0.90
5	1.12
6	1.24
7	1.32
8	1.41
9	1.45
10	1.49
11	1.51
12	1.48
13	1.56
14	1.57
15	1.59

Analisis Terhadap Elemen Hierarkhi Pada Metode Kontruksi SFT

Hasil analisis terhadap *Priority Vector* masing-masing alternatif untuk KPI : Watu dapat dilihat pada Gambar 7. Dengan cara analisis yang sama, maka akan diperoleh hasil analisis *Priority Vector*⁴⁾ masing-masing Alternatif untuk semua jenis KPI : (mutu, biaya, cara operasi, dan resiko) seperti pada Gambar 8 s.d. Gambar 11. Dengan merata-

AHP computation Size 3 by 3 (KPI : waktu)						
Reciprocal matrix						
Choice	Floating Crane	Kura-Kura	Turn Roll			
Floating Crane	1.00	1.34	0.91			
Kura-Kura	0.74	1.00	0.68			
Turn Roll	1.10	1.48	1.00			
Sum	2.84	3.32	2.59			
Table 10						
NORMALIZED MATRIX						
			sum			
Floating Crane	0.352	0.352	0.352	1.056	35.18%	rangking 2
Kura-Kura	0.252	0.252	0.262	0.735	26.13%	rangking 3
Turn Roll	0.355	0.336	0.306	1.159	38.63%	rangking 1
sum	1.000	1.000	1.000	3.000	100.0%	
lambda max: 3.000						
consistency index (CI) 0.00% n = 3						
consistency ratio (CR) 0.00% <1% (DKE)						

Gambar 7.
Hasil Analisis *Priority Vector* Masing-Masing Alternatif untuk KPI :Waktu

AHP computation Size 3 by 3 (KPI: mutu)						
Reciprocal matrix						
Choice	Floating Crane	Kura-Kura	Turn Roll			
Floating Crane	1.00	0.67	0.50			
Kura-Kura	1.50	1.00	0.75			
Turn Roll	2.00	1.33	1.00			
Sum	4.50	3.00	2.25			
Table 10						
NORMALIZED MATRIX						
			sum			
Floating Crane	0.222	0.222	0.222	0.667	22.22%	rangking 3
Kura-Kura	0.333	0.333	0.333	1.000	33.33%	rangking 2
Turn Roll	0.444	0.444	0.444	1.333	44.44%	rangking 1
sum	1.000	1.000	1.000	3.000	100.0%	
lambda max: 3.000						
consistency index (CI) 0.00% n = 3						
consistency ratio (CR) 0.00% <1% (DKE)						

Gambar 8.
Hasil Analisis *Priority Vector* Masing-Masing Alternatif untuk KPI :Mutu

ratakan hasil *Priority Vector* dari masing-masing KPI maka akan diperoleh *Priority Vector* untuk elemen Alternatif (*Floating Crane*, Kura-Kura, Turn Roll) seperti pada Gambar 12.

Dengan cara analisis yang sama (analog), maka dapat diperoleh hasil analisis *Priority Vector* Masing-masing alternatif (*Floating Crane*, Kura-Kura, *Tun Roll*) untuk semua jenis KPI : (mutu, waktu, biaya, cara operasi, resiko) seperti pada Gambar 13.

AHP computation Size 3 by 3 (KPI : biaya)						
Reciprocal matrix						
Choice	Floating Crane	Kura-Kura	Turn Roll			
Floating Crane	1.00	1.36	0.90			
Kura-Kura	0.73	1.00	0.65			
Turn Roll	1.11	1.53	1.00			
Sum	2.83	3.90	2.55			
Table 10						
NORMALIZED MATRIX						
			sum			
Floating Crane	0.353	0.353	0.353	1.059	35.30%	rangking 2
Kura-Kura	0.256	0.256	0.255	0.769	25.62%	rangking 3
Turn Roll	0.391	0.391	0.391	1.173	39.08%	rangking 1
sum	1.000	1.000	1.000	3.000	100.0%	
lambda max: 3.000						
consistency index (CI) 0.00% n = 3						
consistency ratio (CR) 0.00% <1% (DKE)						

Gambar 9.
Hasil Analisis *Priority Vector* Masing-Masing Alternatif untuk KPI: Biaya

AHP computation Size 3 by 3 (KPI : cara operasi)						
Reciprocal matrix						
Choice	Floating Crane	Kura-Kura	Turn Roll			
Floating Crane	1.00	1.01	0.66			
Kura-Kura	0.99	1.00	0.65			
Turn Roll	1.53	1.54	1.00			
Sum	3.52	3.65	2.30			
Table 10						
NORMALIZED MATRIX						
			sum			
Floating Crane	0.284	0.284	0.284	0.853	28.44%	rangking 2
Kura-Kura	0.281	0.281	0.281	0.844	28.13%	rangking 3
Turn Roll	0.434	0.434	0.434	1.303	43.42%	rangking 1
sum	1.000	1.000	1.000	3.000	100.0%	
lambda max: 3.000						
consistency index (CI) 0.00% n = 3						
consistency ratio (CR) 0.00% <1% (DKE)						

Gambar 10.
Hasil Analisis *Priority Vector* Masing-Masing Alternatif Untuk KPI: Cara Operasi

AHP computation Size 3 by 3 (KPI : resiko)						
Reciprocal matrix						
Choice	Floating Crane	Kura-Kura	Turn Roll			
Floating Crane	1.00	0.67	0.56			
Kura-Kura	1.63	1.00	1.38			
Turn Roll	1.51	0.93	1.00			
Sum	4.14	2.54	2.74			
NORMALIZED MATRIX						
			sum	priority vector		
Floating Crane	0.241	0.241	0.241	0.724	24.15%	rangking 3
Kura-Kura	0.393	0.393	0.393	1.180	39.34%	rangking 1
Turn Roll	0.365	0.365	0.355	1.085	36.51%	rangking 2
sum	1.000	1.000	1.000	3.000	100.0%	
lambda max				3.000		
consistency index (CI)				0.00%	n = 3	
consistency ratio (CR)				0.00%		

Gambar 11.

Hasil Analisis Priority Vector Masing-Masing Alternatif untuk KPI: Resiko

RATA-RATA PRIORITY VECTOR		priority vector	
Floating Crane		29.06%	rangking 3
Kura-Kura		30.52%	rangking 2
Turn Roll		40.42%	rangking 1
Jumlah		100.00%	

Gambar 12.

Hasil Analisis Priority Vector untuk elemen Alternatif

AHP computation Size 5 by 5 (Level 1: KPI)						
Reciprocal matrix						
Choice	Mutu	Waktu	Biaya	Cara Operasi	Resiko	
Mutu	1.00	0.10	0.13	0.07	0.11	
Waktu	10.37	1.00	1.31	0.78	1.15	
Biaya	7.93	0.75	1.00	0.59	1.46	
Cara Operasi	13.35	1.29	1.69	1.00	1.46	
Resiko	9.15	0.83	0.69	0.69	1.00	
Sum	41.82	4.03	4.81	3.13	6.16	
NORMALIZED MATRIX						
				sum	priority vector	
Mutu	0.024	0.024	0.025	0.024	0.021	2.33%
Waktu	0.243	0.243	0.272	0.249	0.226	24.72%
Biaya	0.190	0.190	0.208	0.190	0.285	29.19%
Cara Operasi	0.319	0.319	0.351	0.319	0.283	29.03%
Resiko	0.219	0.219	0.143	0.219	0.194	19.83%
sum	1.000	1.000	1.000	1.000	5.000	100.0%
lambda max				5.133		
consistency index (CI)				0.33%	n = 5	
consistency ratio (CR)				0.74% < 1% (OK)		

Gambar 13.

Hasil Analisis Priority Vector Untuk Level 1: semua jenis KPI (Mutu, Waktu, Biaya, Cara Operasi, Resiko)

SIMPULAN

Berdasarkan hasil sintesa atribut kriteria (Level 1 dan Level 2) dan alternatif terhadap tujuan (Level 0), maka metode *Turn Roll* menjadi prioritas alternatif pertama dengan bobot prioritas sebesar 0,4042. Kemudian disusul metode *Kura-Kura* menjadi prioritas alternatif kedua dengan bobot sebesar 0,3052 dan metode *Floating Crane* menjadi prioritas terakhir dengan bobot prioritas sebesar 0,2906; yang didukung dengan kelompok KPI. Prioritas utama adalah "Cara Operasi" dengan bobot prioritas 0,3183; disusul dengan KPI: "Waktu" dengan bobot prioritas 0,2472, KPI: "Biaya" dengan bobot prioritas 0,2119, KPI: "Resiko" dengan bobot prioritas 0,1988, dan KPI: "Mutu" dengan bobot prioritas 0,0238.

Nilai bobot prioritas alternatif dari hasil sintesa antar atribut dan alternatif tersebut, maka dapat diputuskan metode konstruksi dengan sistem *Turn Roll* dapat dipilih dalam pelaksanaan pemasangan badan *SFT*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kajian dalam penelitian ini terselenggara atas pembiayaan DIPA Pusat Teknologi Industri dan Sistem Transportasi, BPPT Tahun 2012, Penyusunan Rancangan Rinci *SFT*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Istimawan Dipohusodo, Manajemen Proyek dan Konstruksi, Penerbit Kanisius, Cetakan ke 7, 2006, Kotak Pos 1125/Yk, Yogyakarta 5501.
2. Djoko Wilopo, Metode Konstruksi dan Alat Berat, Penerbit UI Press, 2009, ISBN : 9789799456372.
3. Saaty TL, Multicriteria Decision Making, 1990, RWS Publication, 4922 Ellsworth Avenue, Pittsburgh, PA.
4. Kardi Technomo, Kardi Technomo's Tutorial on Analytic Hierarchy Process Tutorial, 2006.
5. Wulfram I. Ervanto, Manajemen Konstruksi, Andi Publisher 2006.